PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 28. 13. April 1901. 2. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
Th. Tommasina, Über ein Elektroradiophon für sehr starke Töne und die sie erzeugende Ursache. S. 417.
V. v. Lang, Über einen akustischen Versuch. S. 418.

Vorträge und Reden:
G. Bredig, Über die Chemie der extremen Temperaturen. S. 418.

Referate:
O. Mohr, Welche Umstände bedingen die Elastizitätsgrenze und den Bruch eines Materials? S. 422.
Auers Osmiumlampe. S. 424.
W. Duddell, Über schnelle Stromveränderungen in einem Gleichstromflammenbogen. Erster Teil. S. 425

Tagesereignisse:
Preisaufgaben der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft für die Jahre 1901—1904. S. 427.
73. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg 1901. S. 428.

Eingegangene Schriften. S. 428.
Personalien. S. 428.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über ein Elektroradiophon für sehr starke Töne und die sie erzeugende Ursache.

Von Thomas Tommasina.[1])

Das neue Elektroradiophon, welches ich soeben konstruiert habe, liefert Töne, welche vollkommen deutlich an jeder Stelle eines grossen Saales gehört werden können. Die Empfindlichkeit ist ein wenig geringer, als diejenige anderer, wie z. B. die von Kohärern aus gestossener Kohle,[2]) aber sie genügt doch, denn der Apparat spricht auf jedes Fünkchen von Millimeter Grösse an, das am anderen Ende des Saales zwischen einer kleinen isolierten Funkenstrecke an den Polen einer Induktionsspule aufblitzt, mit einem starken Ton. Ein Relais ist nicht nötig und der Apparat ist einfach mit einer Säule in den Stromkreis eingeschaltet.

In den Kohärern aus Eisenfeilspänen und aus Kohle müssen die Teilchen möglichst freibeweglich sein und dürfen nur dem Druck ihres eigenen Gewichts unterliegen; dagegen befinden sich die Eisenfeilspäne in dem Radiokonduktor dieses Apparats in einem isolierenden, teigigen Gemenge und nach dem Verfahren von Branly unter einem Druck, der so reguliert werden kann, dass er einem Strom von gewisser Stärke den Durchgang gestattet.

Radiokonduktoren, welche fähig waren, in dem inneren Mechanismus eines üblichen Empfängers zu funktionieren, sind folgendermassen konstruiert worden:

In jedes von zwei Stücken einer Thermometer-Kapillarröhre von 5 cm Länge wird ein Platindraht eingeführt, der auf der einen Seite zu einer Öse gedreht wird. Auf der anderen Seite von jeder Röhre werden die Drähte so ineinander gewickelt, dass je eine kleine, flache Spirale entsteht. Nun wird eine dieser Kapillaren über das Endstück, welches die Spirale trägt, in eine Glasröhre geschoben, deren innerer Durchmesser gleich dem äusseren der Kapillare ist. Die beiden Röhren werden am anderen Ende zusammengeschmolzen, so dass nur die Platinöse herausragt. Hierauf wird das teigige Gemenge auf die Spirale der anderen Röhre gehäuft und diese auch in die grosse Röhre hineingeschoben, bis das Gemenge gegen die Spirale der ersten Röhre gedrückt wird. Sodann wird der Druck unter der Wirkung Hertzscher Wellen reguliert und die Röhre vermittelst Lötrohr vollständig verschlossen, so dass sie auch an dieser Seite nur die andere Platinöse herauslässt.

Der durch jede oszillierende Entladung in dem Stromkreise dieses Empfängers induzierte Strom ruft in dem Gemenge eine Wirkung hervor, die darin besteht, dass sofort ein oder mehrere kleine Kontakte unterbrochen werden. Die Galvanometernadel fällt auf Null herunter, aber einen Augenblick später nimmt sie ihre anfängliche Stellung wieder ein, indem sie zuweilen in Zwischenstellungen stehen bleibt. Aber wie auch die Stellung der Nadel in dem Augenblick, wo das Fünkchen aufblitzt, sein mag, immer wird eine Ablenkung, der eine Vergrösserung des Widerstandes entspricht, zu beobachten sein. Wenn wir die Intensität des Primärstroms, der durch das Elektroradiophon hindurchgeht, vergrössern, so werden die Töne immer mehr an Intensität zunehmen, aber die Galvanometernadel verharrt auf dem höchsten Punkt kritischer Spannung, um, wenn die Regulierung vollkommen ist, fast unbeweglich zu werden. In diesem Fall müssen die Unterbrechungen augenblicklich und vollkommen eintreten, denn der Apparat liefert dieselben Töne, welche wir wahrnehmen, wenn wir den

1) C. R., 11. März 1901.
2) Diese Zeitschr. 2, 277—278. — C. R. 26, Nov. 1900.

Stromkreis unterbrechen. Diese Radiokonduktoren haben also die Beschaffenheit eigentlicher, geradezu durch Hertzsche Wellen in Thätigkeit versetzter Unterbrecher.

Die Ursache dieser Erscheinung ist das die Luft ersetzende Dielektrikum. Denn wenn man dieses einem Kohärer aus Eisenfeilspänen, Kohle oder aus einem Gemisch von Eisenfeilspänen und isolierendem Pulver zusetzt, findet unmittelbar darauf ein Anschwellen der Töne in einem in dem Stromkreis angebrachten Telephon statt.

Ich habe diese Erscheinung mit destilliertem Wasser erhalten, indessen giebt Glyzerin allein oder vermengt mit Vaseline die intensivsten Töne. Ebenso scheinen Silberfeilspäne ein gutes Resultat zu geben. In Bezug auf das isolierende Pulver bemerke ich, dass es verschiedener Art sein kann, z. B. Lycopodiumsamen, Schwefel, reine Kieselerde, zerstossenes Glas u. s. w. Dasselbe hat lediglich die permanente Kohärenz der Silberfeilspäne zu verhindern und einen geringen Druck zu ertragen, damit ein kräftigerer Strom in dem Radiokonduktor zur Wirkung gelangen kann.

Dieses neue Elektroradiophon ist für Experimente im Hörsaal und im Laboratorium geeignet, denn es gestattet dem Experimentator, Untersuchungen allein anzustellen, welche gegenwärtig die Hilfe einer zweiten Person fordern. Im nächsten Sommer werde ich die Anwendung des Instruments bei atmosphärischen Entladungen untersuchen.

Genf, den 19. März 1901.

(Eingegangen 21. März 1901.)

Über einen akustischen Versuch.

Von V. v. Lang.

Vor längerer Zeit habe ich gezeigt, dass man die Knoten in einer tönenden Luftsäule schon mit dem Ohre allein nachweisen kann.[1]) Führt man das Ohr oder ein Hörrohr mit Kautschukschlauch, der im Ohre endigt, längs der tönenden Röhre, so kann man durch die grössere Schallstärke direkt die Knotenpunkte auffinden. Es handelte sich nun darum, den entsprechenden Versuch auch für transversale Schwingungen an einer gespannten Saite auszuführen. Mit dem gewöhnlichen Monochord gelang dies aber nicht, da die Resonanzwirkung des Holzkastens alles übertönt. Ein Erfolg wurde erst erzielt, als die Saite über eine Fensternische beiderseits an der Mauer befestigt wurde. Unter der Saite war eine Führung angebracht, durch welche die Mündung des Kautschukschlauches nahe der Saite ihrer Länge nach leicht verschoben werden konnte. Der Schlauch endete auf der anderen Seite in ein gabelförmiges Stück, durch welches mit beiden Ohren, wie bei dem Phonographen, gehört werden konnte.

Setzte nun eine zweite Person mittels eines Bogens die Saite in Teilschwingungen, so konnten die Knotenpunkte mit grosser Präzision von der hörenden aufgefunden werden. Die Knotenpunkte sind aber in diesem Falle die Stellen der Schallminima.

Die benützte Saite war eine Kontrabass E-Saite und 166 cm lang.

1) V. v. Lang, Wiener Berichte **78**, 1878.

(Eingegangen 29. März 1901.)

VORTRÄGE UND REDEN.

Über die Chemie der extremen Temperaturen.[1])

Von G. Bredig.

Meine Herren! Wohl keine Grösse, welche für physikalische und chemische Zustände bestimmend ist, hat theoretisch und praktisch so ausserordentliche Wichtigkeit wie die Temperatur. Schon physiologisch empfinden wir den Einfluss einer Temperaturverschiebung auf das heftigste. Wenn die Temperatur im Laufe der Jahreszeiten oder der geologischen Perioden sich nur um ein Geringes verschiebt, so finden langsam, aber unwiderstehlich die ungeheuersten Umwälzungen in der Tier- und Pflanzenwelt statt.[1]) Auch Sonne und Mond sind uns als Weltkörper mit extremen Temperaturunterschieden bekannt und parallel mit diesen Unterschieden sehen wir auch ungeheure Verschiedenheiten der Eigenschaften solcher Systeme auftreten. Der Chemiker und Physiker macht stündlich die Erfahrung, wie verschieden sich die von ihm untersuchten Dinge in der Hitze und in der Kälte benehmen, und so ist es denn kein Wunder, dass sich die Wissenschaft gerade mit den Problemen der Wärmeerscheinungen am intensivsten beschäftigt hat, und

1) Habilitationsvorlesung, gehalten am 9. Februar 1901 in Leipzig.

1) Arrhenius, Revue générale des Sciences 1899: Les Oscillations séculaires de la Température; Philosophical Magazine 1896, 267; Naturw. Rundschau **11**, 328, 1896.

dass die Wärmelehre sowohl in Physik wie in Chemie ein Fundament geworden ist, auf welchem sich dank den Bemühungen eines Carnot, Mayer, Helmholtz, Clausius, Horstmann, Gibbs und van't Hoff die stolzen und sicheren Gebäude der mechanischen Wärmetheorie[1]) und der chemischen Verwandtschaftslehre[2]) aufbauen, ja dass sogar die Frage nach der allgemeinen Naturanschauung[3]) eng verknüpft ist mit der Frage nach dem Wesen der Wärmeerscheinungen. Wenn wir fragen, was geschieht auf der Sonne und den übrigen heissen Fixsternen, wie sieht es auf dem Monde und den übrigen tief erkalteten Weltkörpern aus, was war unsere Erde und was wird sie dereinst werden, so ist das gleichbedeutend mit der Frage: „Was geschieht bei extrem hohen und bei extrem niedrigen Temperaturen?" Und über diese Frage will ich hier eine kurze, wenn auch nur recht unvollständige Antwort zu geben versuchen:

Zunächst entsteht die Aufgabe, die Temperatur zu messen. Sehen wir von einem thermodynamischen theoretischen Vorschlage W. Thomsons[4]) ab, so finden wir als eine der exaktesten Methoden[5]) die Anwendung der Gasgesetze im Gasthermometer. Als Füllung der Gefässe aus Glas, Platiniridium oder Porzellan wendet man bei höherer Temperatur meistens Luft oder Stickstoff an. Hierbei ist namentlich ein von Crafts und Meyer ausgebildetes Verdrängungsverfahren sehr handlich, bei welchem das Gasvolumen durch ein anderes absorbierbares Gas, wie Kohlensäure oder Salzsäure aus dem Thermometer verdrängt und bei gewöhnlicher Temperatur gemessen wird. Bei den tiefen Temperaturen sind aber die Luft und ihre Bestandteile wegen ihrer Abweichung von den Gasgesetzen und ihrer schliesslichen Verflüssigung nicht mehr brauchbar, man füllt dann das Thermometer mit Wasserstoff und bei den tiefsten Temperaturen nach Olszewski mit Helium[6])
unter geringem Drucke.

1) Vgl. Mach, Prinzipien der Wärmelehre.
2) van't Hoff, Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie; Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie (2. Aufl.) **II**, 1 und 2; Grundriss d. allgem. Chem. (3. Aufl.); Nernst, Theoretische Chemie (3. Aufl.).
3) Ostwald, Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus, Leipzig 1895; Boltzmann, Wied. Ann. **57**, 39, 1896; Helm, Die Energetik, Leipzig 1898.
4) Mach, Wärmelehre (1. Aufl.) S. 307; Winkelmanns Handbuch der Physik **II**, 2, 432.
5) Holborn und Day, Wied. Ann. **68**, 817, 1899; Ann. d. Physik **2**, 505, 1900; Carl Barus, Die physikalische Behandlung und die Messung hoher Temperaturen, Leipzig 1892; Guillaume et Poincaré, Rapports présentés au Congrès international de Physique, **I**, Paris 1900; Chappuis, S. 131, Barus, S. 148 (diese Zeitschr. **1**, 567, 1900; **1**, 502, 1900); Callendar, Phil. Mag. **48**, 519, 1899.
6) Olszewski, Wied. Ann. **59**, 191, 1896; Hardin, Die Verflüssigung der Gase (deutsch von J. Traube), Stuttgart, 1900, 164.

Zur Temperaturmessung wurde nach Siemens u. a. auch der elektrische Widerstand der Metalle[1]) benutzt, welcher eine ziemlich geradlinige Funktion der Temperatur ist, dergestalt, dass er beim absoluten Nullpunkte Null wird. Ganz allgemein geworden ist auch die Anwendung der Thermosäule, besonders in der Form des Platin-Platinrhodiumelementes von Le Chatelier[2]). Auch kalorimetrische Methoden,[3]) welche die Wärmeabgabe eines auf die zu bestimmende Temperatur erhitzten und dann in das Kalorimeter eingeführten Körpers von bekannter Wärmekapazität, z. B. eines Platinwürfels, messen, haben sich bewährt, ebenso ein neues Verfahren von D. Berthelot,[4]) welches auf der Änderung des Brechungskoeffizienten der Gase mit Temperatur und Druck beruht.

Schliesslich besitzt man in den Schmelz- und Siedepunkten gewisse Fixpunkte für bestimmte Temperaturen. So benützt man in der Porzellan- und Thonindustrie zur Feststellung der Ofentemperaturen schon lange die sogenannten Segerschen Normalkegel,[5]) welche aus einer Mischung von Quarz, Feldspat, Kreide und Kaolin bestehen und je nach ihrer Zusammensetzung bei verschiedenen, aber bekannten Temperaturen zwischen 1100° und 1700° niederschmelzen. Ebenso benützt man zu gleichem Zwecke die bekannten Schmelzpunkte der Metalle und ihrer Legierungen, namentlich von Gold, Silber und Platin bis zu heller Weissglut hinauf. Violle, Barus, Heycock und Neville,[6]) Callendar[7]) und besonders Holborn mit Wien[1]) und Day[7]) haben solche Schmelzpunkte genau bestimmt. So fand Holborn mit Day am Gasthermometer die Schmelzpunkte

Kadmium . . .	321,7°
Blei . . .	326,9°
Zink	419,0°
Antimon . . .	630,6°
Aluminium . .	657
Silber	961,5°
Gold	1064,0°
Kupfer	1084,1°

und mit Wien am Thermoelement die Schmelzpunkte

Nickel	1484°
Palladium . . .	1587°
Platin	1780°

1) Holborn und Wien, Wied. Ann. **56**, 383, 1895; **59**, 213, 1896; Callendar, Phil. Mag. **32**, 104, 1891.
2) Le Chatelier et Boudouard, Mesure des températures élevées, Paris 1900; Holborn und Wien, Holborn und Day, l. c.
3) Barus, l. c.
4) D. Berthelot, C. R., **120**, 831, 1895, **126**, 410, 473, 1898; Journal de Phys. (3) **4**, 357, 1895.
5) Ost, Lehrbuch der techn. Chemie (2. Aufl.), S. 230
6) Heycock und Neville, Journ. chem. Soc., 1895.
7) Vergl. Note 5 auf nebenstehender Spalte.

Ebenso sind nach Callendar[1]) die Siedepunkte von Anilin $184^{0}1$, Naphthalin $218^{0}0$, Benzophenon $305^{0}8$, Quecksilber $356^{0}7$, Schwefel $444^{0}5$, Kadmium 756^{0} (779^{0} nach D. Berthelot)[2]), Zink 916^{0} (Holborn und Wien 910^{0} bis 930^{0}, Berthelot 920^{0}).

Methoden, um aus der Strahlungsintensität des erhitzten Körpers mit Hilfe eines Bolometers oder Photometers seine Temperatur zu bestimmen,[3]) sind namentlich von Langley, Paschen, Violle, Le Chatelier u. a. behandelt worden. Auf diesem Wege berechnet zum Beispiel Rossetti die Sonnentemperatur zu 9965^{0}, Le Chatelier zu 7600^{0}, Paschen zu 5400^{0}.

Es erhebt sich nun die Frage, wie erzeugen wir im Laboratorium die extrem hohen und die extrem tiefen Temperaturen? Zunächst die hohen Temperaturen: Seit den ältesten Zeiten erzeugt man dieselben mit Hilfe der chemischen Energie, welche wir aus der Verbrennung des Wasserstoffes oder der Kohle und ihrer Verbindungen erhalten. Auch Deville, Troost und Hautefeuille, V. Meyer und seine Schüler, Nilson, Pettersson, Biltz u. a. bedienten sich der Kohle- oder Gasfeuerung. So erreichten Nilson und Pettersson[4]) und ebenso Biltz und Meyer[5]) mit Hilfe eines Leuchtgasgebläses in einem Perrotofen die Weissglut von 1600^{0} bis 1700^{0}. Als Biltz[6]) in einem solchen Ofen Wassergas mit Luft unter Druck und Vorwärmung verbrannte, erreichte er Temperaturen von 1900^{0}. Auf Veranlassung von Victor Meyer, der Dampfdichten zwischen 2000^{0} bis 3000^{0} zu messen wünschte, konstruierte Recklinghausen[7]) einen Ofen, in welchem Retortengraphit in einem Sauerstoffgebläse verbrannte und mit welchem hellste Weissglut erreicht wurde. Bei derselben schmolzen Platin, Platiniridium, Chamotte, Porzellan mit Leichtigkeit. Das einzige Material, das hier stand hielt, war Magnesia. Zum Vergleich füge ich hier auch einige Angaben von Le Chatelier[8]) über die Temperatur industrieller Ofenanlagen bei:

Bessemerprozess	1640^{0}
Siemens-Martin Regenerator .	1580^{0}
Puddelofen	1340^{0}
Hochofen am Gebläse . . .	1930^{0}
Glasofen von Siemens . . .	1400^{0}
Porzellanofen	1370^{0}
Ziegelofen	1100^{0}

1) Vergl. Note 5, Seite 419, 1. Spalte.

2) Barus, Congrès international de Physique, Paris 1900, **I**, 154.

3) Le Chatelier, Journ. de Physique (3) **I**, Mai 1892; Lummer, Congrès internat. de Physique, Paris 1900, **II**; Hempel, Zeitschr. f. angew. Chemie 1901, 237; Barus, Messung hoher Temperaturen, S. 25.

4) Nilson und Pettersson, Zeitschr. f. physik. Chem. **4**, 213, 1889.

5) Biltz und V. Meyer, ibid. **4**, 255, 1889.

6) Biltz, ibid. **19**, 401, 1896.

7) Recklinghausen, Ber. d. d. chem. Ges. **30**, 1929; Vgl. auch Holborn und Wien, Wied. Ann. **56**, 362, 1895.

8) Le Chatelier, Journ. de Phys. (3) **I**, Mai 1892.

Als theoretische Grundsätze bei der Heizung sind aufzustellen: Die erreichbare maximale Temperaturerhöhung berechnet sich theoretisch[1]) proportional der Reaktionswärme und umgekehrt proportional der Wärmekapazität des zu erhitzenden Systemes, zu welchem auch die Reaktionsprodukte und die Beimengungen des Heizmaterials hinzugerechnet werden müssen. Daher erzeugt reiner Sauerstoff mit Kohle eine höhere Temperatur, als die gleiche Menge Luftsauerstoff, weil in letzterem Falle noch der Luftstickstoff als Ballast miterhitzt werden muss. Die Vorwärmung der reagierenden Gase ist deshalb vorteilhaft, um ihren Wärmeinhalt von vornherein zu steigern. Die praktisch erzielten Verbrennungstemperaturen bleiben meist weit hinter dem theoretischen Quotienten von Reaktionswärme und Wärmekapazität zurück und bedürfen erheblicher, meist ungenauer Korrekturen:

1. wegen der starken Zunahme der spezifischen Wärme der Gase mit der Temperatur,

2. wegen der Dissoziationserscheinungen der Verbrennungsprodukte in hohen Temperaturen,

3. wegen der Wärmeverluste durch Leitung und Strahlung.

Letztere können durch schlecht leitende und spiegelnde Schutzhüllen und Ausnützung der Wärme der Abgase nach dem Gegenstromprinzip vermindert werden.

Eine neue, sehr originelle Methode zur Erzielung hoher Temperaturen verdanken wir Goldschmidt[2]) in Essen. Derselbe erzeugt die nötige Energie durch die hohe Verbrennungswärme des jetzt elektrisch in grossen Mengen gewonnenen Aluminiums, dem er den nötigen Sauerstoff nicht in Gasform, sondern in Oxyden, wie Eisenoxyd, Chromoxyd, chemisch gebunden zuführt. Diese Oxyde werden dabei natürlich zugleich reduziert. Er hat so ein Verfahren gegeben, um Temperaturen von ungefähr 2000^{0}—3000^{0} innerhalb weniger Minuten in gewöhnlichen Tiegeln ohne äussere Heizung zu erzeugen, indem er das Gemisch von Aluminium und dem Oxyde im Tiegel wie einen Feuerwerksatz entzündet. Er gewinnt so mit Leichtigkeit durch Reduktion der entsprechenden Oxyde mit dem Aluminium grosse geschmolzene Massen von reinen kohlefreien

1) van't Hoff, Vorlesungen über theor. u. phys. Chem. **I**, 240; Nernst, Theoret. Chem. (2. Aufl.) S. 416; Ost, Lehrb. d. techn. Chemie (2. Aufl.), S. 10.

2) Goldschmidt, Zeitschr. f. Elektrochem. **4**, 494, 1898; ibid. **6**, 53, 1899.

Metallen, z. B. von Chrom und Mangan, welche im Chromstahl und in Mangankupferlegierungen technische Verwendung finden. Das gleichzeitig entstehende Aluminiumoxyd ist infolge der hohen Temperatur geschmolzen und erstarrt krystallinisch zu Korund, welcher zu Schleifzwecken sehr brauchbar ist, oft auch entsteht, durch Chrom gefärbt, der schon von Frémy früher künstlich erhaltene Rubin.

Eine sehr handliche und in neuester Zeit immer mehr an wissenschaftlicher und technischer Bedeutung gewinnende Form der Heizung ist die elektrische[1]): Eine elektrische Pferdekraft vermag bei Ausschluss von Wärmeverlusten in einer Sekunde 5 g Platin um ungefähr 1000° zu erwärmen. Wegen der Leichtigkeit, mit welcher man auf elektrischem Wege ungeheure Energiemengen in einen verhältnismässig kleinen Raum zusammendrängen kann, vermag man durch elektrische Heizung die höchsten bisher erreichbaren Temperaturen herzustellen, denen nur in der Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit des Ofenmaterials eine Grenze gesetzt ist. Man kann die elektrische Energie in zwei Formen von Öfen anwenden. In der einen Form schickt man den Strom durch eine Spule, einen Kohlestab oder durch die leitende Beschickung selbst und erwärmt dieselben so durch Joulesche Wärme. Diese Art von elektrischen Öfen nennt man Widerstandöfen. In der zweiten Art, den „Lichtbogenöfen", wird ein elektrischer Lichtbogen erzeugt, welcher seine ungeheure Hitze durch Leitung und Strahlung auf die möglichst nahe gebrachte Beschickung des Ofens überträgt. Die Temperaturen eines solchen Ofens sind so hoch, dass sie bisher einer genaueren Messung unzugänglich waren, da die schwer schmelzbarsten Materialien, wie Chrommetall, Calciumoxyd, Magnesia darin schmelzen oder wie Silber, Gold, Platin, Eisen, Kieselsäure, Zink und sogar die Kohle und Magnesia darin verdampfen. Nur aus der Energie der Strahlung hat man bisher eine annähernde Schätzung der Lichtbogentemperatur versuchen können, die nach Rossetti am negativen Pol 2500°, am positiven Pol 3900° ist, während Le Chatelier[2]) 3000° bis 4100° findet.

Auch die Aufgabe, ziemlich hohe Temperaturen bis hinauf zu hoher Glühhitze konstant zu halten, ist in letzter Zeit namentlich durch die verdienstvollen Arbeiten der physikalisch-technischen Reichsanstalt und von Max Bodenstein behandelt worden. Erstere[3]) verwendet

1) Moissan, Der elektrische Ofen (deutsch von Zettel) mit Nachträgen; Haber, Grundriss d. techn. Elektrochemie, S. 379; Borchers, Zeitschr. f. Elektrochemie **3**, 189, 213, 239, 260, 533; Nernst, ibid. **7**, 253, 1900.

2) Le Chatelier, Journ. de Phys. (3) **1**, Mai 1892.

3) Holborn und Day, l. c.

hierzu regulierbare elektrische Ströme in Heizspulen oder Dampfmäntel mit siedendem Zink, Bodenstein[1]) ausser den bekannten Siedemänteln auch Flüssigkeits-Thermostaten nach Art der Ostwaldschen mit Öl- oder Zinn-Bleifüllung. Die thermometrische Ausdehnung eines Porzellanstabes reguliert bei Bodenstein in sinnreicher Weise die Gasheizung bis hinauf zu 700°.

Wir kommen jetzt zu der Frage: „Wie erzeugt man tiefe Temperaturen?" — Wie die Erzeugung hoher Temperaturen, so hat auch die Kälteerzeugung von jeher das grösste industrielle Interesse besessen und ist seit langem in Betrieb. Der bekannte Gebrauch der Kältemischungen[2]) aus festem oder flüssigem Wasser und Salzen oder Schwefelsäure zur Bindung der Schmelz- oder Lösungswärmen ist allbekannt. Doch sind die damit erhaltenen Abkühlungen selten grösser als 60° und haben ihre Grenze im kryohydratischen Punkte.[3]) Will man die Temperatur beliebig variieren können, so muss man eben bei Systemen bleiben, bei welchen mit n-Stoffen höchstens $(n + 1)$ Phasen vorhanden sind, so dass man nach der Phasenregel eine Freiheit in Bezug auf eine Temperaturfunktion behält.[4]) Solche Systeme kommen denn auch in den Kälteapparaten zur Geltung, wo Flüssigkeiten, wie Ammoniak, Schwefeldioxyd, Chlormethyl, flüssiges Äthylen, Methan, flüssige Luft und sogar flüssiger Wasserstoff durch Druckverminderung zum Sieden gebracht werden oft unter stufenweiser Hintereinanderschaltung der verschiedenen Verdampfungssysteme, wie z. B. bei den berühmten Versuchen Pictets zur Verflüssigung der permanenten Gase.[5]) Die Arbeit, die man in einer solchen kontinuierlich-wirkenden Kältemaschine zu leisten hat, besteht theoretisch darin, dass man durch einen Carnot-Clausiusschen Kreisprozess dem abzukühlenden Systeme Wärme entzieht und diese unter Arbeitsleistung auf ein wärmeres System, das Kühlwasser der Kompressionspumpen, überträgt.

Anstatt wie in obigen Beispielen die latente Umwandlungswärme heterogener Phasensysteme zum Wärmeverbrauch zu benützen, giebt es ferner auch ein Verfahren, welches das thermische Verhalten einphasiger Systeme,

1) Bodenstein, Zeitschr. f. physikal. Chemie **30**, 113, 1899.

2) Vgl. Ladenburgs Handwörterb. der Chemie **13**, 49.

3) Nernst, Theor. Chem. (2. Aufl.) S. 126, 459; de Coppet, Zeitschr. f. physik. Chemie **22**, 239, 1897.

4) Ostwald, Grundr. d. allgem. Chem. (3. Aufl.) S. 304; Nernst, Theoretische Chemie (2. Aufl.) S. 563; Bakhuis-Roozeboom, Die Bedeutung der Phasenlehre, Leipzig 1900; Meyerhoffer, Die Phasenregel, Leipzig 1893.

5) Vgl. Hardin, Die Verflüssigung der Gase (deutsch von J. Traube) Stuttgart 1900; Ost, Lehrb. d. techn. Chem. (2. Aufl.), S. 30.

nämlich der Gase bei der adiabatischen Ausdehnung benutzt. Schon die adiabatische Arbeitsleistung[1]) eines komprimierten Gases liefert zum Beispiel nach der bekannten Poisson-Laplaceschen Formel für die Entspannung von Luft bei Null Grad und 100 Atmosphären bis auf eine Atmosphäre eine Endtemperatur von -200^0. In der That ist diese Methode namentlich von Cailletet bei seiner bekannten Verflüssigung der permanenten Gase zu Nebeln benützt worden. Mit viel grösserem Erfolge aber haben neuerdings Linde und Hampson das Joule-Thomsonsche Phänomen in Verbindung mit dem Gegenstromprinzip zur Kälteerzeugung benutzt,[2]) so dass man in wenigen Minuten eine Temperatur von -191^0 erreichen kann, wo Luft in den flüssigen Zustand übergeht. Das Joule-Thomsonsche Prinzip beruht darauf, dass bei der adiabatischen Ausströmung und Entspannung komprimierter Luft durch einen Wattepfropf oder ein Drosselventil hindurch sich die Luft infolge ihrer Abweichung von den Gasgesetzen, auch ohne äussere Arbeit zu leisten, abkühlt. Die so entspannte abgekühlte Luft dient in einem Gegenstromapparat zur Vorkühlung der neu ankommenden komprimierten und so sinkt die Temperatur am Drosselventil bei kontinuierlichem Betriebe immer tiefer und zwar mit abnehmendem Quadrate der absoluten Temperatur (bei konstanter Druckdifferenz) immer schneller. Schliesslich beginnt die Luft bei -191^0 sich zu verflüssigen. Durch Sieden der flüssigen Luft unter vermindertem Druck kann nun nach der vorangehenden Methode die Temperatur noch weiter erniedrigt werden. — Ebenso wie bei hohen Temperaturen der Ofen, so ist auch hier der Kälteraum durch schlechte Wärmeleiter und Spiegel von der Umgebung zu isolieren, am besten durch die spiegelnden Vakuumgefässe von Weinhold-Dewar.

1) Vgl. Ostwald, Grundr. d. allgem. Chemie (3. Aufl.), S. 92, 100; Hardin, l. c.

2) Linde, Zeitschr. f. Elektrochem. 4, 2, 1897; Winkelmanns Handb. d. Physik II, 2, 466–470.

Die Aufgabe, tiefe Temperaturen konstant zu halten, lässt sich am besten mit Hilfe nullvarianter oder bei konstantem Drucke mit monovarianten Systemen lösen. So liegt zum Beispiel der Siedepunkt des monovarianten dreiphasigen Gemisches von Alkohol, fester Kohlensäure und ihren Dämpfen bei[1]) Atmosphärendruck[2]) konstant bei -83^0. Auch Kryohydrate[3]) und Schmelzpunkte sind so thermostatisch verwendbar.

1 Ebenso nach Chappuis[4]) bei $-78^0{,}2$ für ein Gemisch von Äther und fester Kohlensäure.

2) Vgl. Roozeboom, l. c., S. 9.

3) Vgl. z. B. Nernst und Abegg, Zeitschr. f. physik. Chem. 15, 685, 1894.

4) Ramsay und Travers, l. c.; Hardin, l. c.; S. 168; Guillaume et Poincaré, Rapports prés. au Congrès internat. de Physique, Paris 1900, Chappuis, I, 146–147.

(Schluss folgt.)

REFERATE.

Technische Mechanik.

Besorgt von Prof. E. Meyer.

O. Mohr, Welche Umstände bedingen die Elastizitätsgrenze und den Bruch eines Materials? Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1900, Heft 45–46.

Der Verfasser geht von der Betrachtung des Spannungszustandes einer unendlich kleinen Kugel aus, in welcher die Hauptspannungen der algebraischen Grösse nach geordnet $\sigma_x \sigma_y \sigma_z$ seien, und zeigt, dass man die Spannungen eines beliebigen Oberflächenelementes der Kugel auf folgende Weise graphisch darstellen kann: Auf der Abscissenachse eines rechtwinkligen Koordinatensystems, dessen Abscissen Normalspannungen (σ), dessen Ordinaten Schubspannungen (τ) bedeuten sollen, trage man nach Grösse und Vorzeichen die 3 Hauptspannungen des Körperelementes von O aus ab: $\sigma_z = OZ$, $\sigma_y = OY$, $\sigma_x = OX$ (Fig. 1) (σ_x sei beispielsweise negativ) und schlage über den Strecken XY, YZ, ZX Kreise. Dann kann man beweisen, dass die Spannungen σ und τ aller Oberflächenelemente der Kugel durch die Koordinaten von Punkten dargestellt werden,

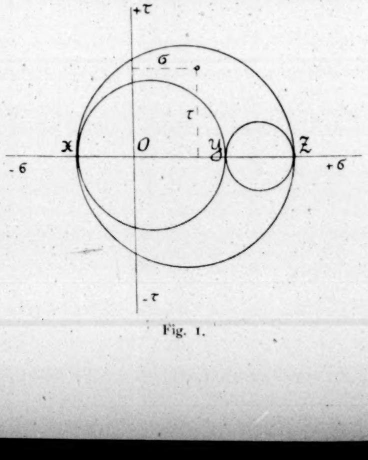

Fig. 1.

welche innerhalb der beiden Kreisdreiecke XYZ liegen. Die auf dem ZX-Kreis liegenden Punkte bezeichnen die Spannungen in Oberflächenelementen senkrecht zur $\sigma_z\sigma_x$-Ebene der Kugel; wie die Figur zeigt, sind das die Flächen, in welchen bei konstanter Normalspannung die Schubspannung am grössten ist. Mohr nennt deshalb den ZX-Kreis den Hauptkreis des Spannungszustandes. Die durch den Versuch leicht zu ermittelnden Grenzzustände bei einfacher Zug- bezw. einfacher Druck-Belastung haben die Hauptspannungen: $\sigma_x = o$, $\sigma_y = o$, $\sigma_z = k_1$ bezw. $\sigma_x = -k_2$, $\sigma_y = o$, $\sigma_z = o$ und werden durch die beiden Kreise über $OA = k_1$ und $OB = k_2$ (Fig. 2)

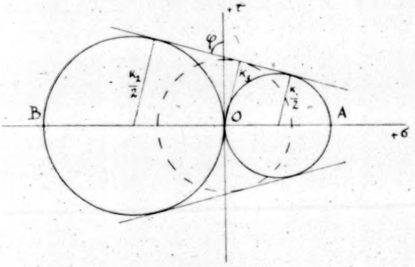

Fig. 2.

dargestellt. Um nun den Hauptkreis eines beliebigen anderen Grenzzustandes zu finden, dessen Hauptspannungen zwischen k_1 und $-k_2$ liegen, ziehe man an die beiden Kreise über OA und OB die äusseren Tangenten; dann berührt der gesuchte Hauptkreis ebenfalls diese Tangenten. So würde z. B. der Hauptkreis der Torsionsfestigkeit ($\sigma_x = -k_3$, $\sigma_y = o$, $\sigma_z = k_3$) durch den Kreis um O dargestellt werden, welcher die beiden Tangenten berührt, d. h. die Torsionsfestigkeit hat den Wert $k_3 = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$, wenn k_1 und k_2 Zug- und Druckfestigkeit bedeuten. Für die Elastizitätsgrenze gilt dieselbe Beziehung. Für die angegebene Konstruktion sind folgende Annahmen und Überlegungen massgebend. Der Bruch bezw. die Elastizitätsgrenze ist abhängig von der Normalspannung und von der Schubspannung und zwar derart, dass bei gegebener Normalspannung die in derselben Fläche herrschende Schubspannung einen von der Materialbeschaffenheit abhängigen Grösstwert nicht überschreiten darf; der Bruch tritt in den Flächen ein, in welchen diese Grenze überschritten wird. Die Bruchflächen gehen stets durch die mittlere Hauptachse des Körperelementes. Trägt man die zum Bruche führenden, zusammengehörigen Normal- und Schubspannungen als Abscissen und Ordinaten auf, so erhält man die sogenannte Bruchgrenzkurve des Materials. Diese berührt alle Hauptkreise, welche Grenzzustände darstellen; denn innerhalb eines Spannungszustandes liegen auf dem Hauptkreis die Punkte, welche gleichzeitige Grösstwerte von Normalspannung und Schubspannung bedeuten, und diesen Punkten entsprechen Flächenelemente, welche senkrecht zur $\sigma_x\sigma_z$-Ebene stehen. Über den wirklichen Verlauf der Bruchgrenzkurve kann man zur Zeit noch nicht viel aussagen, es zeigt sich aber, dass man eine gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Versuch erhält, wenn man die Kurve zwischen den beiden Hauptkreisen OA und OB durch zwei gerade Linien ersetzt, nämlich durch die beiden äusseren Tangenten. Die Gleichung der beiden Graden lautet $\tau = \tau_o\left(1 - \sigma\frac{k_2 - k_1}{k_1 k_2}\right)$, worin $\tau_o = \frac{1}{2}\sqrt{k_1 k_2}$ die Schubfestigkeit des Materials ($\sigma = o$) bedeutet, und man erkennt, dass die Normalspannung um so mehr von Einfluss auf den Bruch ist, je grösser $(k_1 - k_2)$.

Versuche von Bach an gusseisernen Hohlstäben ergaben eine Torsionsfestigkeit, welche genau der Beziehung $k_3 = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$ entspricht. Die analoge Beziehung für die Torsionsspannung an der Fliessgrenze bestätigt sich sehr gut durch die von Bauschinger mit Bessemereisen und neuerdings von J. Guest an Stahlröhren[1]) angestellten Versuche. Zerreissversuche von Voigt an Stearin und Steinsalz unter verschieden grossem allseitigem Druck ergaben für beide Materialien $\sigma_z - \sigma_x = \text{const}$, was bei dem spröden Steinsalz auffällt, bei dem durchaus plastischen Stearin mit der Theorie übereinstimmt. Versuche von Föppl mit Druck auf 2 bezw. 4 Seitenflächen eines Würfels ergaben in beiden Fällen fast gleiche Bruchspannungen. Der erste Zustand ist gegeben durch: $\sigma_x = -k_2$, $\sigma_y = \sigma_z = o$, der zweite $\sigma_x = \sigma_y = -k_2$, $\sigma_z = o$, und es entspricht vollständig der Mohrschen Theorie, dass die mittlere Hauptspannung σ_y keinen Einfluss auf die Bruchgrenze hat, der Spannungskreis ist in beiden Fällen derselbe. Desgleichen ist die Erscheinung, dass in dem zweiten Fall der Bruch in Ebenen parallel zu den unbelasteten Seitenflächen erfolgte, eine Bestätigung der Theorie; denn diese Ebenen enthalten alle möglichen Lagen der y-Achse in den Bruchflächen.

Da jeder Hauptkreis zwei Berührungspunkte mit der Bruchgrenzkurve hat, so folgt, dass in jedem Körperelement der Bruch in zwei Flächen eintritt, und es lässt sich zeigen, dass diese einen Winkel einschliessen, welcher gleich dem Winkel φ zwischen Tangente und τ-Achse ist. Der Winkel φ tritt bei Fliessfiguren in die äussere Erschei-

1) Vgl. diese Zeitschr. **2**, 391, 1901.

nung, und die Messung an solchen bestätigt, dass q um so spitzer ist, je grösser (k_2-k_1).

P. Roth.

(Eingegangen am 17. Febr. 1901.)

Elektrotechnik.

Besorgt von Prof. Dr. Th. Des Coudres.

Auer's Osmiumlampe.

Zahlreich sind die Versuche durch Anwendung von Glühfäden oder Glühkörpern aus einem gegen hohe Temperaturen widerstandsfähigeren, für die Lichterzeugung geeigneteren Material als die Kohle die Ökonomie der elektrischen Glühlampen zu erhöhen. Da bekanntlich nach dem W. Wienschen Verschiebungsgesetz[1]) $\lambda_{max} = \frac{A}{T}$ das Strahlungsmaximum der Lummer-Jankeschen Energiekurve[2])

$$E = C \cdot T^{5-\mu} \lambda^{-\mu} e^{-\frac{c}{(\lambda T)^{\nu}}}$$

verschoben wird, so werden mit zunehmender Glühtemperatur die lichtwirksamsten Strahlen des Emissionsspektrums mehr und mehr überwiegen. Nachdem der Platinfaden der ersten Edison-Glühlampen durch den beständigeren Kohlenfaden ersetzt war, hat man Versuche mit Karborundumfäden und solchen aus Mischungen von Kohle mit Bor, Silicium u. s. w. angestellt, die jedoch nur geringe praktische Bedeutung erlangten.

Ein grosser Fortschritt wurde durch die Anwendung von Glühkörpern aus den Oxyden der seltenen Erdmetalle, den Leitern zweiter Klasse erzielt. Da bei dem Nernstschen Glühlicht die Förderung der Strahlung bei möglichst hoher Temperatur in höherem Grade erfüllt ist, als bei dem gewöhnlichen Glühlicht, so ist die Ökonomie eine bedeutend grössere. Während bei normaler Beanspruchung der spezifische Verbrauch einer Glühlampe etwa 3,5 Watt pro H.-E. beträgt, ist derselbe bei einer Nernstlampe auf etwa 1,7 Watt gesunken. Eine höhere Beanspruchung eines Nernst-Stäbchens setzt zwar den Verbrauch noch bedeutend herunter (bis auf 1,6 Watt pro H.-E.), ist aber wegen der ausserordentlichen Verminderung der Lebensdauer praktisch nicht angängig.

Während der Nernst-Lampe, wegen der Schwierigkeit der automatischen Anwärmung und in der den Kohlenfaden-Glühlampen gegenüber beträchtlich kürzeren Lebensdauer (ca. 100 Brennstunden) gewisse Mängel anhaften, erscheint die neue Osmiumlampe als das Ideal einer elektrischen Glühlampe. Dr. Carl Auer von Welsbach ist es nämlich gelungen, das Osmium, welches von allen Metallen den höchsten Schmelzpunkt besitzt, in fadenförmigen Zustand zu bringen. Da ein Osmiumglühfaden ein Leiter ist, so kann derselbe in eine luftleere Glasbirne eingeschmolzen, durch einfaches Einschalten in den elektrischen Stromkreis ohne jede Hilfsvorrichtung, wie jede gewöhnliche Glühlampe zum Leuchten gebracht werden. Osmiumglühlampen mit einem spezifischen Verbrauch von 1,5 Watt erreichten eine Lebensdauer von ca. 1000 Brennstunden. Wegen der besseren Leitfähigkeit des Osmiums erfordert die Osmiumlampe geringere Spannung als eine Kohlenfadenglühlampe. Bisher wurden bei Osmiumlampen für Spannungen von 20 bis 50 Volt und Kerzenstärken von 2—200 H.-E. hergestellt. Besonders vorteilhaft erscheint die niedrige Betriebsspannung für die Benutzung von Akkumulatoren als Stromquelle, während bei der von den meisten elektrischen Zentralen eingeführten Spannung von 110 resp. 220 Volt mehrere solcher Lampen hintereinander geschaltet werden müssten. Die Transformation des Stromes zum Einzelbetrieb der Lampen muss als ein Nachteil angesehen werden.

In der ausserordentlichen Generalversammlung der Deutschen Gasglühlicht-Aktiengesellschaft am 23. Januar dieses Jahres zu Berlin führte Herr Ingenieur Scholz von der Glühlampenfabrik Gebrüder Pintsch mehrere Osmiumlampen im Betrieb vor. Während vier hintereinander geschaltete Osmiumlampen zu 25 Volt einen Stromverbrauch von 0,96 A. besassen, betrug der Verbrauch von vier parallel geschalteten 100 Volt Edison-Glühlampen gleicher Lichtstärke 2,40 A., das bedeutet eine Stromersparnis von 60%. Das Licht der Osmiumlampe ist schön weiss, ähnlich wie Gasglühlicht. Die kerzenförmige Osmiumglühlampenbirne ist bedeutend grösser als die einer gewöhnlichen 16kerzigen 110-Voltlampe, der Faden ist etwas länger, nur einmal gebogen und nahe der Biegung verankert. Falls die Herstellungskosten der Lampe nicht beträchtlich höhere sind als die einer gewöhnlichen Glühlampe, wird die Einführung der Osmiumlampe, deren fabrikationsmässige Herstellung im grossen Stile bereits begonnen ist, eine ähnliche Umwälzung in der elektrischen Beleuchtung hervorrufen, wie die Einführung des Gasglühlichtes in der Entwickelung der Gasbeleuchtung, und könnte damit der bisherige Kampf beider Beleuchtungsarten endgültig zu Gunsten der Elektrizität entschieden werden.

E. Ruhmer.

(Eingegangen 25. Februar 1901.)

1) Sitzungsber. der K. Akad. d. Wiss. zu Berlin **6**, 55—62, 1893.

2) Annalen **3**, 283—297, 1900; vgl. auch: Lummer, Sur le rayonnement des corps noirs. Int. Congr. Paris 1900. Vgl. auch Pringsheim, diese Zeitschrift **2**, 154, 1900.

W. Duddell, Über schnelle Stromveränderungen in einem Gleichstrom-Flammenbogen. The Electrician **46**, 269—273 und 310—313 (14. u. 21. Dezember 1900).

Während zahlreiche Experimentatoren den Einfluss langsamer Stromänderungen auf den von einer Gleichstrom-Dynamo oder einer Akkumulatoren-Batterie gespeisten elektrischen Flammenbogen untersucht haben,[1]) und auch die Wirkungen plötzlicher Stromänderungen durch Frau Ayrton[2]) eingehender studiert wurden, behandelt W. Duddell in seinem sehr bemerkenswerten Aufsatze die Erscheinungen, welche mehr oder weniger schnelle periodische Stromschwankungen, innerhalb eines Bereiches, der gegen den mittleren Wert des Gleichstromes verhältnismässig klein ist, im elektrischen Flammenbogen hervorrufen.

Derartige Stromoszillationen können teils durch Veränderungen im Speisestromkreis, wie z. B. durch Variation der elektromotorischen Kraft oder des Widerstandes, teils durch Vorgänge im Flammenbogen selbst, wie z. B. durch Zischen oder Summen bedingt sein. Duddell behandelt zunächst die Ursachen erster Art.

I. Stromschwankungen bedingt durch Änderungen des Speisestromes.

Die Wirkungen dieser Stromschwankungen werden unter folgenden vier Gesichtspunkten betrachtet: 1) Einfluss auf die Potentialdifferenz zwischen den Endpunkten des Bogens, 2) Einfluss auf die Lichtintensität, 3) Einfluss auf die Kraterform und 4) Einfluss auf die Gashülle.

Duddell setzt bei den folgenden Betrachtungen voraus, dass die Amplitude der Schwankung kleiner ist als 10% des Durchschnittswertes des Speisestromes und dass der Flammenbogen weder zischt noch summt.

1) Einfluss auf die Potentialdifferenz.

Für den Fall langsamer Änderungen sind die diesbezüglichen Beziehungen durch die von Frau Ayrton entworfenen Kurven charakterisiert. Erfolgen die Schwankungen so rasch, dass die Kohlen nicht mehr den jeweiligen Stromwerten entsprechend brennen können, so ändern sich die Beziehungen, und es leuchtet ohne weiteres ein, dass wenn die Schwankungen genügend schnell erfolgen und die Amplituden verhältnismässig klein sind, die Verhältnisse im Flammenbogen dieselben bleiben, so dass das Verhältnis der Spannungsänderung zu der entsprechenden Stromveränderung konstant ist und dem wahren Widerstand des Flammenbogens gleichkommt. Eine der von Frau Ayrton veröffentlichten Kurven[1]), kennzeichnet deutlich, in welcher Weise die Beziehung zwischen Potentialdifferenz und Stromstärke von dem Grade der Veränderung der letzteren beeinflusst wird. Jene Kurve zeigt, dass das plötzliche Ansteigen der Stromstärke bei einem Flammenbogen zwischen Docht- und Homogen-Kohle eine vorübergehende Erhöhung der Potentialdifferenz zur Folge hat, während ein langsames Wachsen der Stromstärke bekanntlich ein Sinken der Potentialdifferenz nach sich zieht. Das zuerst erwähnte Ansteigen der Spannung wurde auch bei einem Lichtbogen zwischen zwei Dochtkohlen beobachtet. Duddell stellt nun mittelst Oszillographen fest, dass auch bei Bogen zwischen zwei Homogen-Kohlen durch einen plötzlichen Stromanstieg, wie er etwa durch die Entladung eines Kondensators erzeugt wird, ein vorübergehendes Steigen der Potentialdifferenz zu stande kommt. Nach Verlauf von $\frac{1}{5000}$ Sek. sank die Spannung mit der Zunahme der Stromstärke in gewöhnlicher Weise.

Unter der Annahme, dass während dieser ersten $\frac{1}{5000}$ Sek. die Verhältnisse im Flammenbogen nicht geändert wurden, geht aus diesem Versuche, im Gegensatz zu den Beobachtungen von Frith und Rodgers[2]), hervor, dass der Bogen zwischen Homogen-Kohlen einen positiven Widerstand besitzt.

Bei allen Methoden den Widerstand eines Flammenbogens zwischen Homogen-Kohlen mittelst der durch Stromvariation verursachten Potentialdifferenz-Änderungen zu messen, müssen diese Veränderungen rascher als in $\frac{1}{5000}$ Sek. vor sich gehen, damit sich die Verhältnisse im Flammenbogen nicht verändern. Versuche, die später beschrieben werden sollen, ergeben eine noch kürzere Zeit.

2) Einfluss der Stromschwankungen auf die Lichtintensität.

Die Lichtintensität ändert sich, wie bekannt, mit der Stromstärke. Wie klein und schnell die Änderungen der letzteren erfolgen können, um noch eine nachweisbare Änderung der Lichtintensität hervorzurufen, war bisher noch nicht festgestellt.

Prof. Fleming, Petavel[3]) und Burnie[4]) haben bei Wechselstrombogen nachgewiesen, dass die Schwankungen der Lichtintensität ungefähr den Stromwellen folgen, gegen letztere aber etwa um $\frac{1}{1000}$ Sek. verschoben sind.

1) Vgl. The Electrician **34**, **35**, **36**.
2) Vgl. The Electrician **34**, 471, 541, 1895.

1) The Electrician **37**, 321, 1896.
2) Proceedings of the Phys. Soc. **14**, 307, 1896.
3) Proceedings of the Phys. Soc. **14**, 115, 1896.
4) The Electrician **39**, 849, 1897.

Um zu konstatieren, wie schnelle und wie kleine Stromschwankungen sich noch geltend machen, fixierte Duddell das Spaltbild des Bogens auf einer schnellfallenden photographischen Platte, auf welcher mit Hilfe eines Oszillographen die gleichzeitigen Werte der Stromstärke registriert wurden.

Die schnellen Stromschwankungen im Lichtbogen wurden durch eine oszillatorische Entladung eines mit einer Selbstinduktionsspule in Serie geschalteten Kondensators erzielt.

Das erhaltene Negativ zeigt deutlich die durch den übergelagerten aperiodischen Wechselstrom erzeugten Änderungen der Lichtintensität; die sowohl von dem positiven Krater, als auch von der Gashülle ausgehen. Die Stromstärke des Bogens zwischen Homogenkohlen betrug hierbei 8 A., die Schwankungen ca. 3% vom mittleren Wert und die Frequenz der überlagerten Oszillation ca. 4300 Wechsel pro Sekunde. Bei Schwankungen von 2% waren bei dieser Frequenz keine Helligkeitsunterschiede mehr auf der photographischen Platte wahrzunehmen.

Das Nacheilen der Intensitätswellen hinter den Stromwellen konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, betrug jedoch sicher weniger als $\frac{1}{10000}$ Sek. Es ist noch zu bemerken, dass es sich hier um die photographisch wirksamen Strahlen handelt, die sichtbaren Strahlen werden sich offenbar in ähnlicher Weise verändern.

3) Einfluss der Stromschwankungen auf die Kraterform.

Bei den Frith und Rodgersschen Versuchen, bei denen ein Wechselstrom von 0,5 bis 1,0 A. bei einer Frequenz von 100 Wechseln pro Sekunde einem 10 A. Gleichstrom überlagert wurde, waren die Kohlenenden von denen einer normalen Gleichstrombogenlampe auffallend verschieden.

Bei $^1/_{10}$ Amp. verschwinden nach Duddell diese Unterschiede.

4) Einfluss der Stromschwankungen auf die Gashüllen. Singende und sprechende Flammenbogen.

Mit Stromstärkeänderungen sind bei gleichbleibender Länge des Flammenbogens Volumenveränderungen des Kohledampfes verbunden, welche zu Schallwellen Veranlassung geben. Dies ist nach Duddell die allgemein angenommene Erklärung des Summens eines Wechselstrom-Flammenbogens.

Im Falle eines Gleichstrom-Flammenbogens werden schon bei sehr geringen Stromstärkeschwankungen akustische Wirkungen erzielt. Beispielsweise kann man die durch die Kollektorlamellen einer Gleichstromdynamo erzeugten Stromschwankungen im Flammenbogen deutlich wahrnehmen.

Diese Schwankungen betragen nach den Messungen von Frith und Rodgers bei einer 5 *KW* zweipoligen Dynamo zwischen 2,5 bis 9% des Hauptstromes je nach der Stellung der Bürsten. Ein anderes deutliches Beispiel der grossen Empfindlichkeit des Flammenbogens liefert die Thatsache, dass ein an die Hauptleitung angeschlossener Wehnelt-Unterbrecher alle von derselben Leitung gespeisten Bogenlampen mit demselben Geräusch mittönen lässt, mit dem er selbst arbeitet.

Um zu bestimmen, welche Stromschwankungen nötig sind, um einen deutlich hörbaren Ton zu erzielen, überlagerte Duddell dem Gleichstrom des Flammenbogens einen Hochfrequenzstrom nach der in Fig. 1 dargestellten Methode.

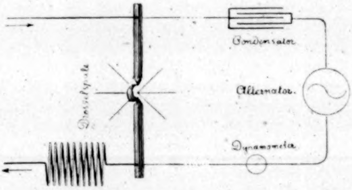

Fig. 1.

Der Hochfrequenzstrom passiert einen Kondensator, das Dynamometer und den Flammenbogen.

Eine Drosselspule verhindert den Ausgleich des Hochfrequenzstromes durch die Akkumulatorenbatterie, während der Gleichstrom wegen des Kondensators nicht durch die Hochfrequenz-Wechselstrommaschine fliessen kann. Es zeigte sich, dass der 10000. Teil des Hauptstromes bei einer Frequenz von mehreren hundert bis zu 8000 Wechseln pro Sekunde noch hinreichte, um akustische Wirkungen hervorzurufen. Die Empfindlichkeit des Lichtbogens für sehr kleine Stromschwankungen beweist, dass nicht nur schnell erfolgende Stromveränderungen in jedem beliebigen von demselben Stromerzeuger wie der Lichtbogen gespeisten Stromkreis, in diesem abgehört werden können, sondern dass auch solche Stromveränderungen, welche in einem ganz unabhängigen, von einem besonderen Stromerzeuger mit Strom versorgten Stromkreis infolge gegenseitiger Induktion beider Stromkreise auftreten, im Lichtbogen wahrgenommen werden können.

Diese ausserordentliche Empfindlichkeit auf sehr kleine Stromschwankungen ist bekanntlich zuerst von H. Th. Simon[1]) dazu benutzt worden, den Flammenbogen an Stelle eines

1) Wied. Ann. **64**, 233, 1898.

Telephonempfängers zu benutzen. Die Simonsche Anordnung (Fig. 2) ist bereits eingehender in dieser Zeitschrift beschrieben worden.[1])

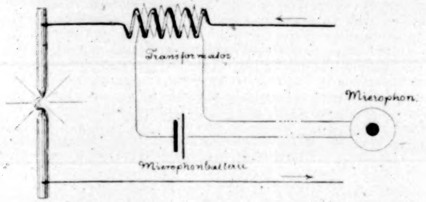

Fig. 2.

Um eine Schwächung der Stromoszillationen, welche sich bei der Simonschen Anordnung durch die ganze Stromleitung fortpflanzen müssen, zu vermeiden und die Stromoszillationen nur im Flammenbogen selbst wirken zu lassen, benutzt Duddell die in Fig. 3 dargestellte Anordnung.

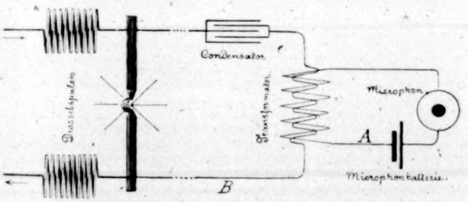

Fig. 3.

Der Kondensator hat dabei etwa eine Kapazität von zwei bis drei Mikrofarad.[2])

Die Lautstärke der Wiedergabe wird durch Vergrösserung der Flammenbogenlänge vermehrt, da dieses eine Vergrösserung des Volumens der Gashülle zur Folge hat.

Die besten Resultate erzielte Duddell mit einer Stromstärke von 10—12 A., 11—13 mm starken Kohlen und einer Flammenbogenlänge von 20—30 mm.

Um möglichst lange Flammenbogen zu erhalten, verwendet man Dochtkohlen oder mit Natron oder Kalisalzen imprägnierte Kohlen. Jervis Smith hat Glas als Docht empfohlen, welches auch gute Dienste leistet.

Um den Flammenbogen als Transmitter zu benutzen, wie es ebenfalls zuerst von H. Th. Simon geschehen ist, verwendet Duddell die in Fig. 4 dargestellte Schaltung. Bei dem Auftreffen von Schallwellen wird der scheinbare Wider-

1) Vgl. diese Zeitschr. **2**, 253—258, 1901.
2) Vgl. H. Th. Simon, l. c.

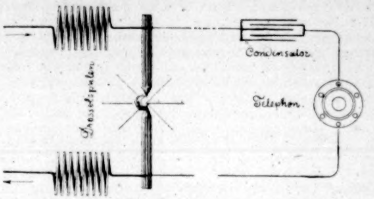

Fig. 4.

stand des Bogens verändert und dadurch Stromschwankungen hervorgerufen. Die in dem Telephon erhaltene Wiedergabe leidet unter dem durch unruhiges Abbrennen der Kohlen erzeugten Nebengeräusch. Bei einem gewöhnlichen Kohlenpaar, welches Risse und Unhomogenitäten aufweist, ist das Nebengeräusch oft unerträglich.

Für alle diese Experimente mit dem sprechenden Flammenbogen ist es wichtig, dass der Speisestrom von schnellen Schwankungen frei ist, damit kein Nebengeräusch entsteht. Falls eine Dynamomaschine als Stromerzeuger benutzt wird, ist es vorteilhaft, die durch die Kollektorlamellen bedingten Stromschwankungen durch eine eingeschaltete Drosselspule möglichst unschädlich zu machen.

Diese Drosselspule erfüllt also einen doppelten Zweck: fremde Stromänderungen vom Lichtbogen fernzuhalten und, wie bereits hervorgehoben, die Verzweigung der Mikrophoninduktionsströme durch die Stromquelle zu verhindern.

(Schluss folgt.)

Tagesereignisse.

Preisaufgaben der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft für die Jahre 1901—1904.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Sektion.

1. Für das Jahr 1901: Die Theorie der quadratischen Differentialformen ist in einem wesentlichen Punkte zu vervollkommnen.

2. Für das Jahr 1902: Die Gesellschaft wünscht, dass die in der Abhandlung von Poincaré „La méthode de Neumann et le problème de Dirichlet“, 1896, enthaltenen Untersuchungen nach irgend welcher Seite hin wesentlich vervollkommnet werden möchte.

3. Für das Jahr 1903: Es sollen eingehende und einwandsfreie experimentelle Untersuchungen angestellt werden, die einen wesentlichen Beitrag zur Feststellung der Gesetze der lichtelektrischen Ströme liefern.

4. Für das Jahr 1904 wünscht die Gesellschaft: Kritische Erörterungen über die bisherigen Versuche, die Vorgänge bei der chemischen Differenzierung der Gesteinsmagmen zu erklären, sowie weitere Untersuchungen, welche geeignet sind, unter Berücksichtigung der natürlichen Vorkommnisse die mannigfachen auf diesem Gebiete noch offen stehenden Fragen ihrer Lösung näher zu führen.

Der Jahresbericht, der ausführlichere Mitteilungen über die gestellten Preisaufgaben enthält, ist durch den Sekretär der Gesellschaft zu beziehen.

Der Preis für jede gekrönte Abhandlung beträgt 1000 Mk.

Die anonym einzureichenden Bewerbungsschriften sind, wo nicht die Gesellschaft im besonderen Falle ausdrücklich

den Gebrauch einer anderen Sprache gestattet, in deutscher, lateinischer oder französischer Sprache zu verfassen, müssen einseitig geschrieben und paginiert, ferner mit einem Motto versehen und von einem versiegelten Umschlage begleitet sein, welcher auf der Aussenseite das Motto der Arbeit trägt, inwendig den Namen und Wohnort des Verfassers angiebt. Jede Bewerbungsschrift muss auf dem Titelblatte die Angabe einer Adresse enthalten, an welche die Arbeit für den Fall, dass sie nicht preiswürdig befunden wird, zurückzusenden ist. Die Zeit der Einsendung endet mit dem 30. November des angegebenen Jahres, und die Zusendung ist an den derzeitigen Sekretär der Gesellschaft (für das Jahr 1901 Geh. Hofrat Professor Dr. Justus Hermann Lipsius, Leipzig, Weststrasse 89, Erdgeschoss) zu richten. Die Resultate der Prüfung der eingegangenen Schriften werden durch die Leipziger Zeitung im März oder April des folgenden Jahres bekannt gemacht. Die gekrönten Bewerbungsschriften werden Eigentum der Gesellschaft.

73. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg.

Hamburg, den 1. März 1901.

Hochgeehrter Herr!

Die unterzeichneten Geschäftsführer der

73. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte,

die vom 22. bis 28. September d. J. in Hamburg stattfinden wird, geben sich die Ehre, Sie zu dieser Versammlung ergebenst einzuladen.

Die Unterzeichneten gestatten sich zugleich, Sie davon in Kenntnis zu setzen, dass gemäss einem Beschlusse des Vorstandes der Gesellschaft die Organisation der bevorstehenden Jahresversammlung gegenüber den bisherigen Versammlungen einige Änderungen erfahren wird, um, soweit wie möglich, mehrfachen Wünschen zu entsprechen, die während der letzten Jahre geäussert worden sind.

Der Beschluss des Vorstandes betrifft die folgenden beiden Punkte:

Erstens. Es soll versucht werden, einer im Laufe der Jahre eingetretenen zuweitgehenden Zersplitterung der wissenschaftlichen Interessen der Versammlung durch Vereinigung nahestehender Abteilungen entgegenzuwirken.

Von den bis jetzt bestehenden Abteilungen in der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe sind demgemäss verschmolzen worden:

die Geodäsie mit Mathematik und Astronomie,
die Kartographie und Hydrographie mit Geographie,
die Instrumentenkunde und die wissenschaftliche Photographie mit Physik,
die Geophysik mit Meteorologie,
die Agrikulturchemie, landwirtschaftliches Versuchswesen und landwirtschaftliches Gewerbe, sowie Nahrungsmittel-Untersuchung mit anderen technisch-chemischen Gebieten zu einer Abteilung „angewandte Chemie",
die Entomologie mit Zoologie.

Ferner haben die von der Abteilung für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht in Aussicht genommenen Einführenden vorgeschlagen, diese Abteilung nicht mehr selbständig weiter zu führen, da die Interessen des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichtes weit besser gewahrt würden, wenn einzelne Vorträge aus diesem Gebiete in gemeinsamen Sitzungen aller oder mehrerer der in Betracht kommenden mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilungen gehalten würden, wie dies ja auch bereits mehrfach geschehen ist. Herr Professor Thaer, Direktor der Oberrealschule am Holstenglacis, hat sich bereit erklärt, Wünsche betreffs der Behandlung von Unterrichtsfragen entgegen zu nehmen und das Erforderliche mit den betr. Abteilungen zu vereinbaren. Eine besondere Abteilung für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht wird daher nicht gebildet werden.

Infolge dieser Änderungen sind für die Versammlung in Hamburg statt der bisherigen 38 nur noch 27 Abteilungen in Aussicht genommen.

Zweitens. Es sollen nicht nur, wie dies schon seit einigen Jahren geschehen ist, Themata von umfassenderem Interesse in gemeinsamen Sitzungen mehrerer oder aller Abteilungen einer Hauptgruppe behandelt werden, sondern es sollen auch — abgesehen von den beiden unverändert beibehaltenen allgemeinen Sitzungen bei Beginn und Schluss der Versammlung — Verhandlungen über Fragen von allgemeiner Wichtigkeit, für welche bei allen Teilnehmern an den Jahresversammlungen Interesse vorausgesetzt werden darf, in Aussicht genommen werden. Demgemäss ist für den Mittwoch der Versammlungswoche eine Gesamtsitzung beider Hauptgruppen angesetzt worden, in welcher für dieses erste Jahr ein naturwissenschaftliches Thema, nämlich die moderne Entwickelung der Atomistik, wie sie in der Lehre von den Ionen, Gas-Ionen und Elektronen enthalten ist, von mehreren Referenten dargelegt und zur Erörterung gestellt werden soll. Die Vorstände der einzelnen Abteilungen werden gebeten, während dieser Gesamtsitzung keine besonderen Abteilungssitzungen halten zu wollen.

In ähnlicher Weise sind auch für jede der beiden Hauptgruppen gemeinsame Sitzungen für den Donnerstag vorgesehen; in der medizinischen Hauptgruppe soll die Lehre von den Schutzstoffen des Blutes, in der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe der gegenwärtige Stand der Descendenzlehre behandelt werden. Auch hierfür sind bereits bestimmte Referenten gewonnen worden.

Mit vorzüglicher Hochachtung

Professor Dr. Voller, 1. Geschäftsführer. Medizinalrat Dr. Reincke, 2. Geschäftsführer.

Abteilungen der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe:

1. Mathematik, Astronomie und Geodäsie.
2. Physik einschl. Instrumentenkunde und wissenschaftliche Photographie.
3. Angewandte Mathematik und Physik (Elektrotechnik einschl. Elektrochemie und Ingenieurwissenschaften).
4. Chemie.
5. Angewandte Chemie einschl. Agrikulturchemie und Nahrungsmittel-Untersuchung.
6. Geophysik einschl. Meteorologie.
7. Geographie, Hydrographie und Kartographie.
8. Mineralogie und Geologie.
9. Botanik.
10. Zoologie einschl. Entomologie.
11. Anthropologie und Ethnologie.

Eingegangene Schriften.

(Eingehende Besprechung vorbehalten.)

Elbs, Karl, Die Akkumulatoren. Eine gemeinfassliche Darlegung ihrer Wirkungsweise, Leistung und Behandlung. Mit 3 Figuren im Text. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. 8°. VI u. 42 S. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1901. M. —.75.

Graetz, Leo, Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen gehalten im Volkshochschulverein München. („Aus Natur- und Geisteswelt." Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens. 17. Bändchen.) Mit 113 Abbildungen. 8°. VI u. 150 S. gebunden. Leipzig, B. G. Teubner. 1900. M. 1.25.

Personalien.

Der Privatdozent der Chemie an der Universität Greifswald W. Semmler wurde zum ausserordentlichen Professor ernannt.

Auf Ansuchen wurde seiner Funktion enthoben der Privatdozent der Chemie an der Universität München O. Loew.

An der Universität Wien habilitierte sich K. Carda für Mathematik und F. Wenzel für Chemie.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.